

Rev Bras Fisiol Exerc 2019;18(1):38-50
<https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i1.2878>

REVISÃO

Exercício físico no diabetes mellitus tipo 1: quais as evidências para uma melhor prescrição?

Physical exercise in type 1 diabetes mellitus: what evidence for better prescribing?

Filipe Ferrari*, Marvyn de Santana do Sacramento**, Daniela Santos de Jesus***, Ângela Soldatelli****, Marcelo Trotte Motta*****, Jefferson Petto*****

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS, **Faculdade Social da Bahia (FSBA), Salvador/BA, ***Faculdade Social da Bahia (FSBA), Salvador/BA, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador/BA, ****Universidade de Caxias do Sul (UCS), *****Faculdade Social da Bahia (FSBA), Salvador/BA, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), BA, *****Faculdade Social da Bahia (FSBA), Salvador/BA, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador/BA, Faculdade Adventista da Bahia (FAB), Cachoeira/BA, Universidade Salvador (UNIFACS), Feira de Santana/BA

Recebido em 5 de fevereiro de 2019; aceito em 8 de março de 2019.

Endereço para correspondência: Filipe Ferrari, Rua Mariana Prezzi, 617, 95034-460 Caxias do Sul RS, E-mail: ferrari.filipe88@gmail.com; Marvyn de Santana do Sacramento: marvynsantana@gmail.com; Daniela Santos de Jesus: daniela.reabilitacao@gmail.com; Ângela Soldatelli: asoldatelli1@ucs.br; Marcelo Trotte Motta: gfpec@outlook.com, Jefferson Petto: gfpecba@bol.com.br

Resumo

O exercício físico regular vem assumindo uma posição de destaque no tratamento do diabetes tipo 1 (DM1), sendo-lhe atribuídas diversas adaptações orgânicas e benefícios extremamente relevantes no controle da doença. Sendo o diabetes associado largamente com doenças cardiovasculares, a importância do exercício em reverter os fatores de risco para tais doenças deve ser bastante valorizada. O exercício vem exercendo papel fundamental num melhor controle glicêmico, redução da pressão arterial e melhora do perfil lipídico. Entretanto, é importante ressaltar que alguns estudos não conseguiram correlacionar a prática do exercício com melhor controle glicêmico ou redução da HbA1c em indivíduos com DM1. Este estudo é uma revisão da literatura cujo objetivo foi analisar detalhadamente os efeitos benéficos – bem como as possíveis reações adversas – do exercício em sujeitos com DM1. Discutiram-se os seus efeitos metabólicos e fisiológicos, e os programas de atividade física que permitem a esses indivíduos se exercitar de forma agradável e segura. Apesar de todas as modalidades demonstrarem ganhos diretos sobre o controle glicêmico e/ou ligados a melhora de preditores de doenças cardiovasculares em população com DM1, observou-se que os melhores resultados foram nas sessões compostas por exercícios cíclicos e neuromusculares.

Palavras-chave: diabetes tipo 1, exercício, atividade física, controle glicêmico.

Abstract

Regular exercise has assumed a prominent position in the treatment of type 1 diabetes, being awarded several organic adaptations and extremely relevant benefits for disease control. Since diabetes is largely associated with cardiovascular diseases, the importance of exercise in reversing the risk factors for such diseases should be fairly appreciated. Among them, the exercise has played a major role in better glycemic control, reducing blood pressure and improving lipid profile. However, it is important to emphasize that some studies have failed correlating the practice of exercise with better glycemic control or reducing HbA1c in patients with DM1. This study is a literature review aiming to to analyze in detail the benefits – as well as possible adverse reactions – of exercise in individuals with DM1. We discuss their metabolic and physiologic effects, in addition physical activity programs allowing these individuals to exercise pleasantly and safely. Although all the modalities show direct gains on glycemic control and/or related to the improvement of predictors of cardiovascular diseases in the population with DM1,

it was observed that better results were achieved in sessions composed by cyclic and neuromuscular exercises.

Key-words: type 1 diabetes, exercise, physical activity, glycemic control.

Introdução

O *diabetes mellitus* tipo 1 (DM1) corresponde a 7-12% de todos os casos de DM, acometendo especialmente jovens. Segundo a *International Diabetes Federation* [1], 542.000 indivíduos com até 14 anos de idade são portadores desta doença. É uma patologia autoimune, raramente de caráter idiopático, em que o organismo cria anticorpos que destroem as células beta do pâncreas, comprometendo gradativamente a produção de insulina e requisitando insulino-terapia para o resto da vida. Entre os sintomas mais comuns estão poliúria, polidipsia, polifagia e vista embaçada. A predisposição genética ao DM1 está relacionada, principalmente, ao braço curto do cromossomo 6 – em especial no sistema HLA [2].

Apesar de representar uma enfermidade associada a diversas complicações graves – a exemplo das doenças cardiovasculares (DCVs), cetoacidose e nefropatia diabética –, os dados são preocupantes no que diz respeito ao controle glicêmico no Brasil: 90% dos diabéticos tipo 1 não mantêm a glicemia em níveis seguros [3]. Constatou-se que o mau perfil lipídico pode explicar a larga associação do DM1 e DCVs: encontrou-se de três a seis vezes mais riscos de doença aterosclerótica precoce em diabéticos tipo 1, e um risco 10 vezes maior para desenvolvimento de placas de ateroma, processo que já se inicia na infância. Nestes pacientes, até 44% das mortes são referentes às DCVs [4].

O exercício físico (EF), dentre seus inúmeros benefícios já comprovados, tem impacto importante no controle glicêmico, prevenção e tratamento de DCVs, agindo de maneira eficaz sobre as lipoproteínas [5]. O EF, quando praticado regularmente, melhora a aptidão cardiovascular e a sensibilidade à insulina, diminuindo os riscos à saúde [2]. Entretanto, permanece controverso quais melhores recomendações de EF no tratamento do DM1.

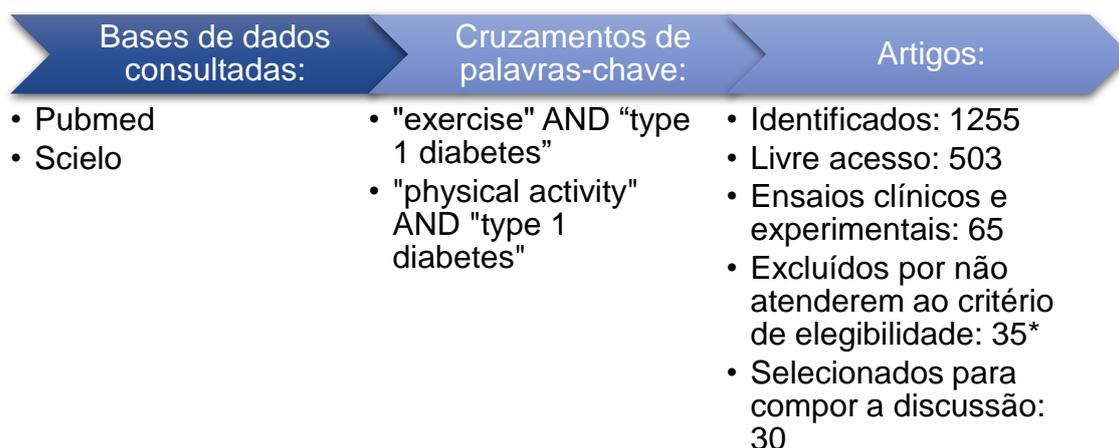
Material e métodos

Trata-se de uma revisão da literatura dos bancos de dados da Scielo e Pubmed, publicados entre os anos de 1985 e 2015.

Para a discussão, os cruzamentos de palavras-chave utilizados na busca foram: “exercise” AND “type 1 diabetes” e “physical activity” AND “type 1 diabetes”.

Os estudos foram incluídos de acordo com o seguinte critério: avaliar os efeitos do EF – seja aeróbio, resistido ou associação de ambos – sobre o controle glicêmico, sistema lipídico, cardiovascular e a qualidade de vida dos indivíduos. Excluídas revisões bibliográficas, estudos de caso e artigos que não fossem de livre acesso.

Buscou-se estudar e compreender os principais parâmetros e respostas relacionadas ao DM1, aos EF e à correlação entre ambos, confrontando, sempre que possível, os resultados encontrados.



*Analisavam epidemiologia, resultados de testes neuropsicológicos, nutrição/dieta, exercício em condição extrema (altitude), programa educacional, entre outros, ou avaliavam efeitos do EF sobre indivíduos com diabetes tipo 2, retinopatia, depressão etc., além daqueles que se propunham a fornecer orientação para a família do paciente.

Figura 1 – Fluxograma.

Resultados

Para compor a discussão, foram selecionados 30 artigos nas bases de dados consultadas que atendiam ao critério de elegibilidade e avaliavam os efeitos de diferentes programas de EF: 21 aeróbios, 1 resistido, 2 contemplavam as duas formas isoladamente, 4 compostos pela associação de ambos – em intensidades variadas – e os 2 restantes analisados através de questionário (Tabela I).

Tabela I - Artigos selecionados. (ver anexo em PDF)

O tamanho da amostra variou entre 7 e 50 sujeitos em 23 estudos; na única discrepância, Salem *et al.* [25] investigaram 196 pacientes – além das entrevistas de Schweiger, Klingensmith, Snell-Bergeon [27] e de Makura *et al.* [19], com 203 e 1.141 diabéticos tipo 1, respectivamente. Os 4 experimentos restantes foram realizados em ratos.

Os estudos, em geral, excluíram indivíduos com presença de complicações advindas do DM, a exemplo de doenças renais, cardíacas, hipertensão e cetoacidose.

Em relação ao tempo de intervenção, houve certa heterogeneidade nos protocolos, variando de 1 dia a 6 meses. Apenas Makura *et al.* [19] destoaram dos demais, com monitoramento de 6,5 anos. No que tange ao ano de publicação, todos são relativamente recentes, excetuando o estudo de Landt *et al.* [18], que data de 1985.

Em sua maioria, os programas aeróbios relataram melhoria em um ou mais parâmetros. Entretanto, os benefícios não foram unânimes: por exemplo, Faulkner & Michalyszyn [21] reportaram redução no HDL-c. Já Ramalho *et al.* [24] e Wong *et al.* [32] não detectaram melhoras no controle glicêmico. Dos estudos que analisaram EF resistido e aeróbio, apenas Schaan *et al.* [26] – utilizando sessão única de EF agudo aeróbio, e após uma semana, sessão única de EF resistido – destoaram dos demais no quesito benefício: os indivíduos com DM1 não sofreram influência em células progenitoras endoteliais.

Discussão

O EF é uma importante ferramenta coadjuvante para o manejo do DM1. No entanto, deve ser prescrito com cautela, pois ainda é controverso o tipo de exercício e intensidade mais benéficos para este grupo, não havendo protocolos bem definidos [24]. Um dos principais receios para os diabéticos tipo 1, que se torna um obstáculo à prática da atividade física, é o maior risco de hipoglicemia ao qual estão suscetíveis [31].

A inatividade física é um importante preditor para DCVs, as quais estão mais suscetíveis aos portadores de DM1. As DCVs apresentam-se em grande escala nesse grupo, representando a principal causa de morte nesses indivíduos [35]. Aliado a isto, algumas pesquisas apontam que

mais de 60% dos diabéticos tipo 1 são considerados inativos [36] e dentre crianças e adolescentes 80% não pratica EF com duração satisfatória [37].

A prática regular de EF acarreta melhorias no controle glicêmico [27,38], perfil lipídico [5,21], pressão arterial [17,39], dentre outros inúmeros benefícios para o sistema cardiovascular, sendo altamente recomendado.

Intensidade

Os estudos analisados possuem diferentes formas de avaliar a intensidade de cada protocolo, sendo elas por meio de valor percentual aplicado a carga de 1 repetição máxima (1RM, que consiste na maior carga suportada pelo paciente para a realização de um único movimento completo) [8,26,33]; O VO_2 máx. que informa a capacidade máxima do corpo metabolizar oxigênio durante um exercício [10,13,15,16,18,26,29,32,34]; a Frequência Cardíaca Máxima (FCmáx) calculada pela constante 220 menos a idade do paciente, e após o resultado multiplica-se este valor pelo percentual desejado no exercício [12,17]. E, por fim, o limiar de lactato, atingido quando a capacidade de metabolizar lactato é excedida, dando início ao aumento exponencial da curva de lactacidemia [6,7,9,11,14].

O treinamento de alta intensidade demonstra respostas como aumento da sensibilidade à insulina [18], melhor aptidão cardiorrespiratória, reduções do colesterol total, LDL-C, TG, HbA1c e redução das chances de hipoglicemia [10,13,17,18]. Foi o que Faulkner & Michaliszyn [21] evidenciaram analisando adolescentes diabéticos tipo 1 durante 16 semanas, realizando EF aeróbio de forma regular. Porém, para surpresa dos pesquisadores, houve uma diminuição nos níveis de HDL-C. Já o grupo que passou mais tempo sem atividade física culminou com aumento do colesterol total, LDL-C e TG.

O EF de baixa intensidade, por sua vez, praticado de forma regular, também é capaz de trazer resultados para os portadores de DM1, promovendo aumento da capacidade funcional e controle glicêmico [20].

É o que mostra uma análise feita com 12 indivíduos saudáveis controles e 12 pacientes com DM1 (média de 37 anos) por 88h. Em ordem aleatória, uma refeição por dia foi seguida de inatividade, e as outras refeições foram seguidas de caminhada. Dados de 216 refeições foram analisados a partir de 30 minutos antes da ingestão até 270 minutos após. Em indivíduos saudáveis, a glicose foi 4,5 mmol/L/270min na refeição seguida de caminhada, e 9,6 mmol/L/270min na refeição seguida de inatividade. Para pessoas com DM1, os valores foram 7,5 mmol/L/270min e 18,4mmol/L/270min, respectivamente. Em outras palavras, caminhar causa um impacto significativo na glicose pós-prandial em populações saudáveis e naqueles com DM1 [20].

Modalidade

Treinamento aeróbio

O EF aeróbio ou exercício de endurance demanda gasto energético para sustentação da prática física por longo período. Os portadores de DM1 possuem uma capacidade reduzida do pico do exercício inerente a um retardo da função cardíaca, logo, existe uma atenção especial para esta população no momento da prescrição dos exercícios, objetivando uma melhora da qualidade de vida [40].

Desde 1985 Landt *et al.* [18] observaram aumento de 9% do VO_2 máx, a massa corporal magra 4% e a sensibilidade à insulina 23%. em um programa de dança a 80-85% da Fcmáx, mesmo sem melhora no controle glicêmico global. Makura [19] contrapõem a ideia de melhora da HbA1c de DM1 por meio de questionário sobre as atividades e sua relação com os níveis de melhora. Vale ressaltar que a pesquisa possui um viés muito importante, o exercício feito em casa não pode ser assegurado pelo pesquisador quanto a sua intensidade e frequência.

Sideraviciute *et al.* [30] apontam melhora dos níveis de glicemia sanguínea em adolescentes portadoras ou não do DM1 em um programa de natação com treinamento duas vezes por semana, 45 minutos por sessão, com nados de peito e crawl.

As alterações de nível glicêmico pós-prandial também podem ser observadas no exercício de caminhada, o que indica a atividade de baixa intensidade como estratégia possível para uma intervenção primária com resultados [20].

Sabe-se que o EF realizado de forma regular – aliada a um estilo de vida saudável – acarretam melhorias em diversos parâmetros como redução da PA sistólica, colesterol total, níveis de LDL-C e aumento da HDL-C [17,21,29].

A função endotelial pode ser avaliada por diversos métodos bioquímicos e biofísicos, dentre os quais se destaca a dilatação fluxo-mediada. Neste sentido, Seeger *et al.* [28] utilizaram o treinamento aeróbico em portadores do DM1 e verificaram após 18 semanas, com rotinas de treinamento de 2 vezes por semana durante 30 min, o ganho de 65% desta função, indicando importante achado visto que o mesmo reduz os riscos de doenças cardiovasculares. Tal evidência é sustentada por meio de exercício com bicicleta e sugerem potencialização do NO endotelial [12].

Pensando no risco de hipoglicemia noturna e no efeito que do exercício na redução dos níveis de glicose, sugere-se que o EF seja aplicado no período vespertino e que a dosagem de insulina nestes dias seja reduzida [2].

Sob outro viés, o treinamento anaeróbio pode, também, ser uma importante ferramenta para prevenção e tratamento do DM, da função vascular e dos níveis pressóricos [39].

Para realizar EF aeróbios com duração de 1 hora a 25% do $VO_{2máx}$, é sugerido que eles reduzam à metade as doses de insulina lispro pré-prandial; EF de meia hora a 1 hora a 50% do $VO_{2máx}$, sugerem redução de metade a 75% das doses; e finalmente, para EF mais vigorosos, redução de 75%. Estas simples adaptações reduziram em quase 80% a incidência de hipoglicemia estimulada pelo EF [41].

Ao analisar o impacto do EF aeróbio realizado numa esteira 1 hora por dia durante 10 semanas sobre a composição de ilhotas pancreáticas de 22 ratos com DM1 por estreptozotocina (STZ) e tratados com insulina, os ratos diabéticos reduziram a quantidade de insulina nas ilhotas, ao ponto que apresentaram mais glucagon. Isso foi notado ao compará-los com os ratos sem DM1, os quais não tiveram alterações frente ao EF [7]. Em contraste, Huang *et al.* [6] relataram que, após 6 semanas de EF aeróbio, ratos com DM1 aumentaram os níveis de insulina das ilhotas.

O estudo de Huang *et al.* [6] foi realizado apenas 3 dias após a administração de STZ. Dessa maneira, o EF aeróbio pode gerar benefícios sobre o conteúdo de insulina das ilhotas se este for realizado no início do desenvolvimento do DM1.

Treinamento Intervalado (HIIT)

Este tipo de treinamento, intervalado e de alta intensidade (High-intensity Interval Training - HIIT) está em voga no cenário atual da Educação Física e tem sido largamente explorado nos últimos anos. Trata-se de uma estratégia para alcançar as demandas de adaptação musculoesquelética com um treinamento intenso e de curta duração [14].

Para Rocha *et al.* [9] o Treinamento Intervalado (TI) em natação possibilitou a redução do estado hiperglicêmico e dos lipídeos sanguíneos no grupo. A produção de ânion superóxido aumentou em 59% no TI em comparação a um grupo sem exercício – efeito potencializado pelo DM, que causou uma elevação de 69% nos sedentários diabéticos em comparação com os sedentários não-diabéticos.

Sobre o risco de hipoglicemia gerada pelo exercício Guelfi & Fournier [14] trazem que durante os primeiros 15 minutos de HIIT, os níveis de glicose no sangue caíram mais rapidamente em comparação com o grupo controle (inativos), indicando maior risco de hipoglicemia neste momento. No entanto, durante 1 hora de recuperação depois do HIIT, estes níveis permaneceram estáveis, enquanto continuaram a cair no grupo controle.

O mesmo grupo de pesquisa tentou elucidar o motivo de menores declínios na glicemia provocados pelo HIIT em comparação com EF aeróbio de intensidade moderada chegando à conclusão que isto pode ser atribuído a um aumento na produção de glicose durante o EF e redução na utilização de glicose durante o EF e recuperação destes resultados pode ser reflexo de uma acentuada secreção de hormônios contrarreguladores, os quais estimulam a produção de glicose hepática [15].

A adesão de sprints a uma rotina de treino esteve associada à manutenção da glicemia, enquanto nos grupos sem sprints a glicemia diminuiu após o EF e não levou a necessidade de maior suplementação de carboidratos para impedir a hipoglicemia, assegurando estabilidade no modelo de treinamento [10,11].

Um único estudo buscou os efeitos do treinamento de corrida na regulação da concentração plasmática de K^+ ($[K^+]$) durante o EF intenso intervalado. Depois de 60min de recuperação, em diabéticos a $[K^+]$, glucose, glucagon e insulina no plasma foram superiores e

[Na⁺] foi menor do que nos controles. O treinamento aumentou o conteúdo da Na⁺K⁺-ATPase e reduziu [K⁺] em ambos os grupos [16].

A citocina pró-inflamatória interleucina-6 (IL-6) pode modular o aparecimento e progressão das complicações da diabetes. Como essa citocina aumenta após o EF, e muitas outras respostas ao EF são modificados por alterações glicêmicas anteriores, temos a hipótese de que hiperglicemia anterior pode exacerbar a resposta da IL-6. Para testá-la, Galassetti *et al.* [13] utilizaram 20 crianças com DM1 realizando 29 sessões de EF (30 minutos de ciclismo intermitente a 80% do VO₂máx). Elas foram divididas em 4 grupos com base na maior glicemia. Em todos os períodos, a IL-6 era menor quando G<150 e progressivamente maior nos outros grupos. As outras variáveis medidas (hormônio do crescimento, IGF-I, glucagon, epinefrina, cortisol) não foram influenciadas pela hiperglicemia anterior.

Treinamento de força

O EF de força parece associar-se com uma estabilidade da glicose pós-exercício, além de exigir menos ingestão de carboidratos, confrontando com o EF aeróbio, o que atenua efeitos hipoglicemiantes mais prevalentes no aeróbio.

Examinando o papel que o treinamento resistido exerce em relação à função endotelial e a PA, Mota *et al.* [8] apresentam um estudo com 16 ratos diabéticos do tipo 1, dos quais 8 deles realizaram exercícios de agachamento e 8 permaneceram no grupo controle. Os animais diabéticos que permaneceram destreinados apresentaram aumento dos níveis de glicemia sanguínea, além de uma perda significativa na função endotelial e no ganho de força. Já no grupo dos diabéticos treinados, os autores observaram ganho de força, redução na PA e nos níveis de glicemia (proveniente do restabelecimento da função vascular induzida pelo EF).

Treinamento misto

Na busca por otimização dos treinamentos em DM1, surgem algumas pesquisas com associação de exercícios aeróbicos e resistidos [23-26]. Visando melhorias nas células progenitoras endoteliais, Schaan *et al.* [26] utilizaram sessão única de EF agudo aeróbio, e após uma semana, sessão única de EF resistido e não encontraram influência do exercício sobre a mesma. Tal achado pode ser questionado em função do curto período de estimulação e da baixa capacidade de regeneração endotelial nos portadores de DM1.

Pensando no risco hiperglicêmico que diabéticos tipo 1 estão suscetíveis e procurando otimizar o treinamento misto, no que diz respeito à ordem da realização dos exercícios, Yardley *et al.* [33] apontam que realizando exercícios de resistência antes de exercício aeróbio resultou em declínios atenuados em concentração de glicose durante o exercício, menos eventos hipoglicêmicos induzidos por exercício e menor necessidade de suplementação de carboidratos. Tal achado é sustentado pelo mesmo ao realizar o experimento com um grupo controle, exercício aeróbio e exercício resistido, isoladamente durante 45 min [34].

No que tange a qualidade de vida, para indivíduos com DM1 que realizam EF aeróbios em associação com os resistidos, Mosher *et al.* [23] confirmam que por meio de uma intervenção de 3 meses com exercícios alternados apresentam melhorias na sua função cardiorrespiratória e força muscular.

Diversas variáveis podem se beneficiar com esse treinamento conjunto, a exemplo do controle glicêmico, valores plasmáticos de lipídeos, frequência e gravidade da hipoglicemia, medidas antropométricas e dose de insulina [23]. Neste sentido, o programa de 6 meses de EF associado em uma amostra de 196 adolescentes com DM1 aponta melhora no controle glicêmico, reduzindo os valores de HbA1c nos grupos exercitados e nenhuma mudança nos inativos. Por sua vez, maiores níveis de HbA1c foram associados com níveis mais elevados de colesterol, LDL-C e triglicérides. Nos grupos B e C, o EF melhorou dislipidemia e reduziu a necessidade de insulina, bem como IMC e circunferência da cintura. A frequência dos episódios de hipoglicemia não diferiu entre os grupos [25].

Um estudo comparativo entre o efeito isolado de cada modalidade de EF demonstra ausência de melhoras nos níveis de HbA1c, embora tivessem notado mudanças na circunferência da cintura [24]. O estudo realizou os exercícios aeróbicos com base na FC, evoluindo progressivamente de 60 a 90% da FCmáx em caminhada ou corrida por 40min. Enquanto o outro grupo realizou bíceps, tríceps, parte inferior das costas, abdominais, legpress e outros entre 60 e 80% da sua carga para 1RM. Ambos contaram com os 10 primeiros minutos de sessão voltados ao alongamento.

O EF é um componente indispensável no tratamento de pacientes com DM1, uma vez que melhora o controle glicêmico e reduz fatores de risco cardiovasculares [25]. Para esta população, recomenda-se que os programas de treinamento contra resistência englobem no mínimo 8 a 10 exercícios diferentes, com o uso de grandes grupos musculares, 2 a 3 vezes na semana. Deve-se observar a presença de HAS e, neste caso, prescrever EF de intensidade leve a média, atingindo uma fadiga moderada ao fim das repetições [42].

Contraindicações

Durante o EF, há tendência de queda na insulina e ativação de hormônios contrarreguladores (como o glucagon, adrenalina e catecolaminas), estimulando a produção de glicose hepática à medida que se utiliza a glicose muscular e periférica, proporcionando homeostase glicêmica e impedindo a hipoglicemia [43,44] – processo alterado nos diabéticos [24].

Existindo grande quantidade de insulina, há bloqueio desses hormônios, tendendo à hipoglicemia. Assim, recomenda-se que antes de iniciar o EF, a glicemia desses indivíduos esteja acima de 100 mg/dL. Caso esteja acima de 250 mg/dL sem cetonemia, é permitido e acima de 300 mg/dL, mesmo sem cetonemia, pode-se praticar com cautela, no entanto, aconselha-se evitar [45], pois EF, quando intenso (>80% VO₂máx), aumenta sete a oito vezes a produção de glicose. Dessa maneira, diabéticos tipo 1 descompensados podem agravar ainda mais a hiperglicemia [46,47].

Limitações do estudo

O estudo encontrou apenas 1 artigo avaliando isoladamente a influência de protocolos de EF resistido em população não-humana. Logo, mais pesquisas precisam ser realizadas para que haja uma indicação sustentada no que se refere à quantidade de evidências e a população analisada.

Conclusão

A literatura demonstrou que apesar de todas as modalidades demonstrarem ganhos diretos sobre o controle glicêmico e/ou ligados a melhora de preditores de doenças cardiovasculares em população com DM1, os melhores resultados são observados nas sessões compostas por exercícios cíclicos e neuromusculares.

Referências

1. Guariguata L, Whiting D, Weil C, Unwin N, Unwin N. The International Diabetes Federation diabetes atlas methodology for estimating global and national prevalence of diabetes in adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2011;94(3):322-32. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2011.10.040>
2. Campbell MD, Walker M, Bracken RM, Turner D, Stevenson EJ, Gonzalez JT et al. Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *BMJ Open Diab Res Care* 2015;3:e000085. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2015-000085>
3. Mendes ABV, Fittipaldi JAS, Neves RCS, Chacra AR, Moreira Jr ED. Prevalence and correlates of inadequate glycaemic control: results from a nationwide survey in 6,671 adults with diabetes in Brazil. *Acta Diabetol* 2010;47:137-45. <https://doi.org/10.1007/s00592-009-0138-z>
4. Homma TK, Endo CM, Saruhashi T, Mori API, Noronha RM, Monte O et al. Dyslipidemia in young patients with type 1 diabetes mellitus. *Arch Endocrinol Metab* 2015;59(3):215-9. <https://doi.org/10.1590/2359-3997000000040>
5. Kannan U, Vasudevan K, Balasubramaniam K, Yerrabelli D, Shanmugavel K, John NA. Effect of exercise intensity on lipid profile in sedentary obese adults. *J Clin Diagn Res* 2014;8(7):BC08-10. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2014/8519.4611>

6. Huang HH, Farmer K, Windscheffel J, Yost K, Power M, Wright DE et al. Exercise increases insulin content and basal secretion in pancreatic islets in type 1 diabetic mice. *Exp Diabetes Res* 2011;1-10. <https://doi.org/10.1155/2011/481427>
7. McDonald MW, Murray CR, Hall KE, Noble EG, Melling CWJ. Morphological assessment of pancreatic islet hormone content following aerobic exercise training in rats with poorly controlled Type 1 diabetes mellitus. *Islets* 2014;6(2):1-9. <https://doi.org/10.4161/isl.29221>
8. Mota MM, Silva TLTB, Fontes MT, Barreto AS, Araújo JES, Oliveira ACC et al. Resistance exercise restores endothelial function and reduces blood pressure in type 1 diabetic rats. *Arq Bras Cardiol* 2014;103(1):25-32. <https://doi.org/10.5935/abc.20140087>
9. Rocha REP, Coelho I, Pequito DCT, Yamagushi A, Borghetti G, Yamazaki RK et al. Interval training attenuates the metabolic disturbances in type 1 diabetes rat model. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2013;57(8):594-602. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302013000800003>
10. Bussau VA, Ferreira LD, Jones TW, Fournier PA. The 10-s maximal sprint: a novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29(3):601-6. <https://doi.org/10.2337/diacare.29.03.06.dc05-1764>
11. Davey RJ, Bussau VA, Paramalingam N, Ferreira LD, Lim EM, Davis EA et al. A 10-s sprint performed after moderate-intensity exercise neither increases nor decreases the glucose requirement to prevent late-onset hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2013;36(12):4163-5. <https://doi.org/10.2337/dc12-2198>
12. Fuchsjaeger-Mayrl G, Pleiner J, Wiesinger GF, Sieder AE, Quittan M, Nuhr MJ, Francesconi C et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(10):1795-801. <https://doi.org/10.2337/diacare.25.10.1795>
13. Galassetti PR, Iwanaga K, Pontello AM, Zaldivar FP, Flores RL, Larson JK. Effect of prior hyperglycemia on IL-6 responses to exercise in children with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;290(5):833-9. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00445.2005>
14. Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. Intermittent high-intensity exercise does not increase the risk of early postexercise hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005;28(2):416-8. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.2.416>
15. Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, Jones PW, Fournier PA. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007;292(3):865-70. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00533.2006>
16. Harmer AR, Ruell PA, McKenna MJ, Chisholm DJ, Hunter SK, Thom JM, Morris NR, et al. Effects of sprint training on extrarenal potassium regulation with intense exercise in Type 1 diabetes. *J Appl Physiol* (1985) 2006;100(1):26-34. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00240.2005>
17. Khawali C, Andriolo A, Ferreira S. Benefits of physical activity on the lipid profile of type 1 diabetic subjects. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2003;47(1):49-54.
18. Landt KW, Campaingne BW, James FW, Sperling MA. Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care* 1985;8(5):461-5. <https://doi.org/10.2337/diacare.8.5.461>
19. Makura CB, Nirantharakumar K, Girling AJ, Saravanan P, Narendran P. Effects of physical activity on the development and progression of microvascular complications in type 1 diabetes: retrospective analysis of the DCCT study. *BMC Endocr Disord* 2013;13(37):1-6. <https://doi.org/10.1186/1472-6823-13-37>
20. Manohar C, Levine JA, Nandy DK, Saad A, Dalla Man C, McCrady-Spitzer SK, Basu R et al. The effect of walking on postprandial glycemic excursion in patients with type 1 diabetes and healthy people. *Diabetes Care* 2012;35(12):2493-9. <https://doi.org/10.2337/dc11-2381>
21. Faulkner MS, Michaliszyn SF. Physical activity and sedentary behavior in adolescents with type 1 diabetes. *Res Nurs Health* 2010;33(5):441-9. <https://doi.org/10.1002/nur.20393>
22. Moser O, Tschakert G, Mueller A, Groeschl W, Pieber TR, Obermayer-Pietsch B, Koehler G et al. Effects of high-intensity interval exercise versus moderate continuous exercise on glucose homeostasis and hormone response in patients with type 1

- diabetes mellitus using novel ultra-long-acting insulin. PLoS One 2015;10(8):1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136489>
23. Mosher PE, Nash NS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg RB. Aerobic circuit exercise training: Effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil 2018;79(6):652-7. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(98\)90039-9](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(98)90039-9)
 24. Ramalho AC, Lima ML, Nunes F, Cambuí Z, Barbosa C, Andrade A, Viana A et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. Diabetes Res Clin Pract 2006;72(3):271-6. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2005.11.011>
 25. Salem MA, Abo MA, Elbarbary NS, ElHilal RA, Refaat YM. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomized controlled trial. Diabetol Metab Syndr. 2010;2(47):1-10. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-2-47>
 26. Schaan BD, Waclawovsky G, Umpierre D, Figueira FR, Lima ES, Alegretti AP et al. A single session of aerobic or resistance exercise modifies the endothelial progenitor cell levels in healthy subjects, but not in individuals with type 1 diabetes. Diabetol Metab Syndr. 2015;7(supl 1):A251. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-7-S1-A251>
 27. Schweiger B, Klingensmith G, Snell-Bergeon JK. Physical activity in adolescent females with type 1 diabetes. International J Pediatr 2010;2010:1-6. <https://doi.org/10.1155/2010/328318>
 28. Seeger JP, Thijssen DH, Noordam K, Cranen ME, Hopman MT, Nijhuis-van der Sanden MW. Exercise Training improves physical fitness and vascular function in children with type 1 diabetes. Diabetes. Diabetes Obes Metab 2011;13(4):382-4. <https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2011.01361.x>
 29. Shin KO, Moritani T, Woo J, Jang KS, Bae JY, Yoo J et al. Exercise training improves cardiac autonomic nervous system activity in type 1 diabetic children. J Phys Ther Sci 2014;26(1):111-5. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.111>
 30. Sideravičiūtė S, Gailiūniene A, Visagurskiene K, Vizbaraitė D. The effect of long-term swimming program on glycemia control in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. Medicina (Kaunas) 2006;42(6):513-8.
 31. Tsalikian, E, Mauras N, Beck RW, Tamborlane WV, Janz KF, Chase HP et al. Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus. J Pediatr 2005;147(4):528-534. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.04.065>
 32. Wong CH, Chiang YC, Wai JP, Lo FS, Yeh CH, Chung SC et al. Effects of a home-based aerobic exercise programme in children with type 1 diabetes mellitus. J Clin Nurs 2011;20(5-6):681-91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03533.x>
 33. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care 2012;35:669-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03533.x>
 34. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Balaa N, Malcolm J et al. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care 2013;36(3):537-42. <https://doi.org/10.2337/dc12-0963>
 35. Lee SI, Patel M, Jones CM, Narendran P. Cardiovascular disease and type 1 diabetes: prevalence, prediction and management in an ageing population. Ther Adv Chronic Dis 2015;6(6):347-74.
 36. Leroux C, Brazeau AS, Gingras V, Desjardins K, Strychar I, Rabasa-Lhoret R. Lifestyle and cardiometabolic risk in adults with type 1 diabetes: a review. Can J Diabetes 2014;38(1):62-9. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.08.268>
 37. Miculis CP, Campos W, Boquszweski MCS. Correlation between glycemic control and physical activity level in adolescents and children with type 1 diabetes. J Phys Act Health. 2015;12(2):232-7. <https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0024>
 38. Asano RY, Sales MM, Browne RAV, Moraes JFVN, Coelho Jr HJ, Moraes MR, Simões HG. Acute effects of physical exercise in type 2 diabetes: A review. World J Diabetes 2014;5(5):659-65. <https://doi.org/10.4239/wjd.v5.i5.659>
 39. Kargarfard M, Rouzbehani R, Basati F. Effects of exercise rehabilitation on blood pressure of patients after myocardial infarction. Int J Prev Med 2010;1(2):124-30.
 40. Nadeau KJ, Regensteiner JG, Bauer TA, Brown MS, Dorosz JL, Hull A, et al. Insulin resistance in adolescents with type 1 diabetes and its relationship to cardiovascular

- function. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95(2):513-21. <https://doi.org/10.1210/jc.2009-1756>
41. Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros f, Chiasson JL. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care* 2001;24(4):625-30. <https://doi.org/10.2337/diacare.24.4.625>
 42. De Angelis K, Pureza DY, Flores LJJ, Rodrigues B, Melo KFS, Schaan BD, et al. Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50(6):1005-13. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302006000600005>
 43. Hirsch IB, Marker JC, Smith LJ, Spina RJ, Parvin CA, Holloszy JO et al. Insulin and glucagon in prevention of hypoglycemia during exercise in humans. *Am J Physiol Cell Physiol* 1991;260(5):E695-704. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1991.260.5.e695>
 44. Goodwin ML. Blood glucose regulation during prolonged, submaximal, continuous exercise: a guide for clinicians. *J Diabetes Sci Technol* 2010;4(3):694-705. <https://doi.org/10.1177/193229681000400325>
 45. American Diabetes Association: diabetes mellitus and exercise (position statement). *Diabetes Care* 2002;25(Suppl1):S64-8.
 46. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in gluco-regulation: implications for diabetes. *Diabetes* 2002;51(suppl1):S271-S283. <https://doi.org/10.2337/diabetes.51.2007.s271>
 47. Jimenez CC, Corcoran MH, Crawley JT, Guyton Hornsby W, Peer KS, Philbin RD et al. National athletic trainers' association position statement: management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. *J Athl Train* 2007;42(4):536-45. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.7.01>